

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 06-252971

(43)Date of publication of application : 09.09.1994

(51)Int.Cl.

H04L 27/36

H04B 14/04

H04L 27/38

H04L 27/00

(21)Application number : 05-039119

(71)Applicant : MATSUSHITA ELECTRIC IND CO LTD

(22)Date of filing : 26.02.1993

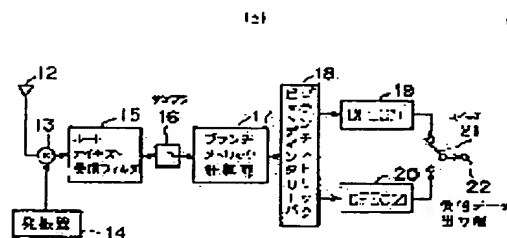
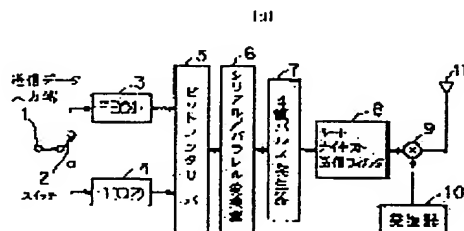
(72)Inventor : IGAI KAZUNORI  
AOTA KAZUYUKI  
YOSHIDA TADASHI

## (54) DIGITAL TRANSMISSION DEVICE

## (57)Abstract:

PURPOSE: To improve transmission quality by executing soft decision maximum likelihood decoding while holding an effect of bit interleave by executing the bit interleave for considering a feature of a circuit error of multi-valued modulation transmission line, and also, calculating a branch metric by a bit unit.

CONSTITUTION: A transmitter of a digital transmission equipment for executing a multi-valued amplitude modulation is provided with a bit interleave means 5 for classifying a transmitting bit, and especially, distributing the bit of a class which comes to require an error resistance to a bit position scarcely having an error on signal point arrangement, and its receiver is provided with a likelihood calculating means 17 for approximating a probability distribution function of a received symbol amplitude value in a signal space by the maximum value of an error function value related to plural signal points, and deriving a likelihood value to each received symbol by a bit unit, based on this approximate value, a means 18 for execute bit-interleave by a but unit with regard to the likelihood value, and means 19, 20 for selecting the pulse of the highest likelihood by a value obtained by adding successively the likelihood value and decoding digital information.



BEST AVAILABLE COPY

## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

03.04.1998

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

3154580

[Date of registration]

02.02.2001

[Number of appeal against examiner's  
decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's  
decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C): 1998,2003 Japan Patent Office

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平6-252971

(43)公開日 平成6年(1994)9月9日

(51)Int.Cl.<sup>5</sup>

識別記号

庁内整理番号

F I

技術表示箇所

H 0 4 L 27/36

H 0 4 B 14/04

H 0 4 L 27/38

F 4101-5K

9297-5K

H 0 4 L 27/ 00

F

9297-5K

G

審査請求 未請求 請求項の数 3 O L (全 7 頁) 最終頁に続く

(21)出願番号

特願平5-39119

(22)出願日

平成5年(1993)2月26日

(71)出願人 000005821

松下電器産業株式会社

大阪府門真市大字門真1006番地

(72)発明者 猪飼和則

神奈川県横浜市港北区綱島東四丁目3番1号 松下通信工業株式会社内

(72)発明者 青田一幸

神奈川県横浜市港北区綱島東四丁目3番1号 松下通信工業株式会社内

(72)発明者 吉田正

石川県金沢市彦三町二丁目1番45号 株式会社松下通信金沢研究所内

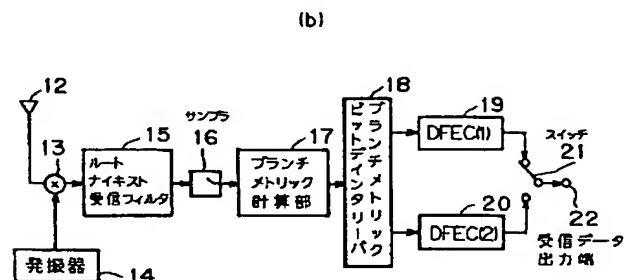
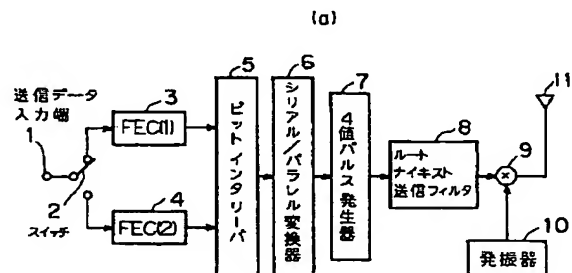
(74)代理人 弁理士 蔵合 正博

(54)【発明の名称】 デジタル伝送装置

(57)【要約】

【目的】 多値変調伝送路の回線誤りの特徴を考慮したビットインタリーブを行ない、かつビット単位でブランチメトリックを計算することにより、ビットインタリーブの効果を保ちながら軟判定最尤復号を行ない伝送品質の向上を図る。

【構成】 多値振幅変調を行なうデジタル伝送装置の送信機が、送信ビットをクラス分けして、特に誤り耐性が必要となるクラスのビットを信号点配置上誤りの少ないビット位置に振り分けるビットインタリーブ手段5を備え、受信機が、信号空間における受信シンボル振幅値の確立分布関数を複数の信号点に関するエラー関数値の最大値で近似し、この近似値を基に各受信シンボルに対する尤度値をビット単位で求める尤度計算手段17と、尤度値に関してビット単位でデインタリーブを行なう手段18と、尤度値を逐次加算した値で最も尤度の高いパスを選択してデジタル情報を復号化する手段19、20とを備える。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】  $M(>2)$  値振幅変調または振幅位相変調を行なうデジタル伝送装置において、送信機が、送信ビットをクラス分けして、特に誤り耐性が必要となるクラスのビットを信号点配置上誤りの少ないビット位置に振り分けるビットインタリーブ手段を備えたデジタル伝送装置。

【請求項2】  $M(>2)$  値振幅変調または振幅位相変調を行なうデジタル伝送装置において、受信機が、信号空間における受信シンボル振幅値の確立分布関数を複数の信号点に関するエラー関数値の最大値で近似し、この近似値を基に各受信シンボルに対する尤度値をビット単位で求める手段と、前記尤度値に関してビット単位でデインタリーブを行なう手段と、前記尤度値を逐次加算した値で最も尤度の高いパスを選択してデジタル情報を復号化する手段とを備えたデジタル伝送装置。

【請求項3】 請求項1記載の送信機と請求項2記載の受信機とを備えたデジタル伝送装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は、デジタル移動通信システム等における高効率変調を行なうデジタル伝送装置に関するものである。

## 【0002】

【従来の技術】 図4は従来の4値振幅変調を行なうデジタル伝送装置の構成を示すブロック図である。図4において、(a)が送信機で、(b)が受信機である。図4(a)において、41は送信データ入力端である。42は送信データ入力端41から入力された送信データに対する畳込み符号を行なう畳込み符号器(FEC)である。43は畳込み符号器42の出力を2ビット単位でパラレル出力するシリアル/パラレル変換器である。44はシリアル/パラレル変換器43の出力を2ビット単位で並び替えるシンボルインタリーブである。45はシンボルインタリーブ44の出力に対して図5に基づいた4値重み付きインパルスを発生させる4値パルス発生器である。46は4値パルス発生器45の出力に対してナイキスト帯域制限する送信フィルタである。47は送信フィルタ46の出力と発振器48の出力とを掛け合わせて出力するアナログ乗算器である。48は正弦波を発生する発振器である。49はアナログ乗算器47の出力を受信機側に向けて送信する送信アンテナである。

【0003】 図4(b)において、50は送信機側からのデータを受信する受信アンテナである。51は受信アンテナ50からの受信データと発振器52からの出力とを掛け合わせるアナログ乗算器である。52は正弦波を出力する発振器である。53はアナログ乗算器51からの出力に対してナイキスト帯域制限を行なう受信フィルタである。54は受信フィルタ53の出力から識別点信号を選択するサンプラである。55はサンプラ54の出

力から4値重み付きインパルスを検出してインタリーブを解くシンボルデインタリーブである。56は各サンプラ出力単位(シンボル単位)で尤度(ブランチメトリック)を計算するブランチメトリック計算部である。57はブランチメトリック計算部56の出力に対して軟判定ビタビ復号を行なう軟判定ビタビ復号器(DFEC)である。58は復号結果を出力する受信データ出力端である。

【0004】 次に、上記従来の4値振幅変調伝送装置の動作について説明する。図4において、まず送信データ入力端41から4kb/sの送信データが入力されると、畳込み符号器42は符号化を行ない、8kb/sのデータを出力する。シリアル/パラレル変換器43は、畳込み符号器42のビットインタリーブ出力を2ビット単位でパラレル出力し、シンボルインタリーブ44は、2ビット単位でシンボルインタリーブを実行する。4値パルス発生器45は、図5に基づいた4値重み付きインパルスを発生する。ルートナイキスト送信フィルタ46は、この4値重み付きインパルスに対する帯域制限を行なってアナログ信号を出力する。アナログ乗算器47は、ルートナイキスト送信フィルタ46の出力と発振器48からの正弦波出力とを掛け合わせて周波数変換を行ない、その出力を送信アンテナ49から受信機に向けて送信する。

【0005】 一方、受信機の受信アンテナ50で受信された信号は、アナログ乗算器51で発振器52からの正弦波出力と掛け合わされて周波数変換された後、ルートナイキスト受信フィルタ53で高調波と帯域外雑音を抑制される。この受信フィルタ53の出力は、サンプラ54で識別点にてサンプルされ、上記4値重み付きインパルスの振幅を検出する。シンボルインタリーブ55は、上記重み付きインパルスの振幅値を並び替えてインタリーブを解く。ブランチメトリック計算部56は、図6に基づいて、サンプラ出力単位(シンボル単位)当たりの各信号点からの距離の2乗の負の値をブランチメトリック(尤度)として計算する。ここで、図6はサンプラ出力振幅の確立分布を示しており、それぞれの信号点に白色ガウス雑音を受信機雑音として重畳している。この図6によれば、振幅Aが受信された時の送信シンボルが“−3”である場合の確からしさ、すなわち尤度を対数表現で表わせば、信号点(−3)からの距離の2乗の負の値になる。他のシンボル“−1”、“1”、“3”に関する尤度も同様である。このようにしてシンボル単位で計算したブランチメトリックに関し、軟判定ビタビ復号器57は、ブランチメトリックを全ての送信シンボル系列に関して加算してパスメトリックを求め、パスメトリックが最大となる系列を復号値として出力し、受信データ出力端58から出力する。

【0006】 このようにして、上記従来の4値振幅変調伝送装置でも、軟判定最尤復号による高伝送品質を得る

ことができる。

#### 【0007】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、上記従来の4値振幅変調伝送装置では、軟判定復号の際、シンボル毎にブランチメトリックを計算するため、インタリーブをシンボル単位で行なう必要があり、連続誤りの十分な分散を行なうことができないという問題があった。さらに、音声コーデックにより情報圧縮された音声データのようにビット誤りを特に低減する必要のあるビットとそれ以外のビットに振り分ける場合、偶数ビットが奇数ビットよりも回線誤りを受けにくいという4値振幅変調伝送路の特徴を生かしたビットインタリーブを行なうことができないという問題があった。

【0008】本発明は、このような従来の問題を解決するものであり、多値変調伝送路の回線誤りの特徴を考慮したビットインタリーブを行ない、かつビット単位でブランチメトリックを計算することにより、ビットインタリーブの効果を保ちながら軟判定最尤復号を行なうことができ、もって伝送品質の向上を図ることのできるデジタル伝送装置を提供することを目的とする。

#### 【0009】

【課題を解決するための手段】本発明は、上記目的を達成するために、 $M(>2)$ 値振幅変調または振幅位相変調を行なうデジタル伝送装置の送信機が、送信ビットをクラス分けして、特に誤り耐性が必要となるクラスのビットを信号点配置上誤りの少ないビット位置に振り分けるビットインタリーブ手段を備えたものである。

【0010】本発明はまた、 $M(>2)$ 値振幅変調または振幅位相変調を行なうデジタル伝送装置の受信機が、信号空間における受信シンボル振幅値の確立分布関数を複数の信号点に関するエラー関数値の最大値で近似し、この近似値を基に各受信シンボルに対する尤度値をビット単位で求める手段と、尤度値に関してビット単位でデインタリーブを行なう手段と、尤度値を逐次加算した値で最も尤度の高いパスを選択してデジタル情報を復号化する手段とを備えたものである。

#### 【0011】

【作用】本発明は、上記構成により、音声コーデックにより情報圧縮された音声データのようにビット誤りを特に低減する必要のあるビットとそれ以外のビットに振り分ける場合、多値変調伝送路の回線誤りを受けやすいビットと受けにくいビットをクラス分けしてビットインタリーブを行なうことにより、伝送品質の向上を図ることができる。また、受信信号空間における受信シンボル振幅値の確立分布関数を複数の信号点に関するエラー関数値の最大値で近似することにより、ビット単位でブランチメトリックが計算できるようになり、ビットインタリーブの効果を保ちながら軟判定最尤復号ができるため、さらに伝送品質の向上を図ることができる。

#### 【0012】

【実施例】図1は本発明の一実施例における4値振幅変調を行なうデジタル伝送装置の構成を示すブロック図である。図1において、(a)が送信機で、(b)が受信機である。図1(a)において、1は送信データ入力端である。2は送信データ入力端1から入力された送信データを、ビット誤りを特に低減する必要のあるクラス1とそれ以外のクラス2に振り分けるスイッチである。3はクラス1の送信データに対する畳込み符号を行なう第1の畳込み符号器(FEC(1))、4はクラス2の送信データに対する畳込み符号を行なう第2の畳込み符号器(FEC(2))である。なお、本実施例では、第1の畳込み符号器3と第2の畳込み符号器の出力ビット数は等しいものとする。5は各畳込み符号器3、4の出力に対してビットインタリーブを行なうビットインタリーブである。6はビットインタリーブ5の出力を2ビット単位でパラレル出力するシリアル/パラレル変換器である。7はシリアル/パラレル変換器6の出力に対して図2に基づいた4値重み付きインパルスを発生させる4値パルス発生器である。8は4値パルス発生器7の出力に対してナイキスト帯域制限する送信フィルタである。9は送信フィルタ8の出力と発振器10の出力とを掛け合わせるアナログ乗算器である。10は正弦波を発生する発振器である。11はアナログ乗算器9の出力を受信機側に向けて送信する送信アンテナである。

【0013】図1(b)において、12は送信機側からのデータを受信する受信アンテナである。13は受信アンテナ12からの受信データと発振器14からの出力とを掛け合わせるアナログ乗算器である。14は正弦波を出力する発振器である。15はアナログ乗算器13からの出力に対してナイキスト帯域制限を行なう受信フィルタである。16はルートナイキスト受信フィルタ15の出力から識別点信号を選択するサンブラである。17は各ビット単位で尤度を計算するブランチメトリック計算部である。18はブランチメトリックに関してビット単位でデインタリーブを行なうブランチメトリックビットデインタリーブである。19はクラス1のビットに対する軟判定ビタビ復号を行なう第1の軟判定ビタビ復号器(DFEC(1))、20はクラス2のビットに対する軟判定ビタビ復号を行なう第2の軟判定ビタビ復号器(DFEC(2))である。21は各軟判定ビタビ復号器19、20から出力されたクラス1とクラス2の信号を多重化するためのスイッチである。22は多重化されたデータを出力する受信データ出力端である。

【0014】次に、上記実施例における4値振幅変調伝送装置の動作について説明する。図1において、まず送信データ入力端1から4kb/sの送信データが入力されると、スイッチ2は、そのデータを第1の畳込み符号器3および第2の畳込み符号器4に2kb/sずつに分離して伝送する。第1の畳込み符号器3および第2の畳込み符号器4は、それぞれ符号化を行ない、4kb/s

のデータを出力する。次いでビットインタリーブ5は、それぞれのクラスのビットインタリーブを実行した後、偶数ビットにクラス1、奇数ビットにクラス2のビットを挿入しながら多重化して出力する。これは、図2に示すように、XYの2ビットからなる入力コードのうち、偶数ビットXは振幅Aの符号、奇数ビットYは振幅値を表わすため、判別のためのしきい値が少ない偶数ビットの回線誤りがYに比べて著しく少ないためである。次いでシリアル/パラレル変換器6は、ビットインタリーブ5の出力を2ビット単位でパラレル出力し、4値パルス発生器7は、図2に基づいた4値重み付きインパルスが発生させる。次いでルートナイキスト送信フィルタ8が、この4値重み付きインパルスに対する帯域制限を行なってアナログ信号を出力すると、アナログ乗算器9は、これを発振器10からの正弦波出力と掛け合わせて周波数変換を行ない、送信アンテナ11から受信機に向けて送信する。

【0015】一方、受信機の受信アンテナ12で受信された信号は、アナログ乗算器13で発振器14からの正弦波出力と掛け合わされて周波数変換された後、ルートナイキスト受信フィルタ15で高調波と帯域外雑音を抑制される。この受信フィルタ15の出力は、サンプラ16で識別点にてサンプルされ、上記4値重み付きインパルスの振幅を検出する。ブランチメトリック計算部17は、図3に基づいて、サンプラ当たり以下のようなブランチメトリック（尤度）を計算する。

#### 【0016】

I. 第1ビットXについて（図3（a）参照）

（1） サンプラ出力振幅が $A \leq -2$ の時、

① 送信第1ビットが“0”である尤度 $= -|A-1|^2$

② 送信第1ビットが“1”である尤度 $= -|A-(-3)|^2$

（2） サンプラ出力振幅が $-2 < A \leq -1$ の時、

① 送信第1ビットが“0”である尤度 $= -|A-1|^2$

② 送信第1ビットが“1”である尤度 $= -|A-(-1)|^2$

（3） サンプラ出力振幅が $2 < A$ の時、

① 送信第1ビットが“0”である尤度 $= -|A-3|^2$

② 送信第1ビットが“1”である尤度 $= -|A-(-1)|^2$

II. 第2ビットYについて（図3（b）参照）

（1） サンプラ出力振幅が $A \leq 0$ の時、

① 送信第2ビットが“0”である尤度 $= -|A-(-1)|^2$

② 送信第2ビットが“1”である尤度 $= -|A-(-3)|^2$

（2） サンプラ出力振幅が $0 < A$ の時、

① 送信第2ビットが“0”である尤度 $= -|A-1|^2$

② 送信第2ビットが“1”である尤度 $= -|A-3|^2$

【0017】図3はサンプラ出力振幅の確立分布を示しており、それぞれの信号点に白色ガウス雑音を受信機雑音として重畳している。通常、ブランチメトリックは、振幅Aが受信された時の送信ビットが“0”である場合と“1”である場合の確からしさを、すなわち尤度を対数表現で表わすので、信号点からの距離の2乗になる。しかし、図3（a）の第1ビットXについては、 $X=0$ および $X=1$ に対する分布が2つのガウス分布の和になるため、単純に距離の2乗で尤度を表わすことができない。そこで、本実施例では、2つのガウス分布の和をどちらか確率の大きい方のガウス分布で近似することにし、それぞれ $X=0$ および $X=1$ の領域において振幅値Aに近い信号点からの $(-1) \times (\text{距離の2乗})$ を尤度に適用している。なお、第2ビットYについても同様である。

【0018】このようにして、ビット単位で計算したブランチメトリックに関し、ブランチメトリックビットデインタリーブ18は、クラス1とクラス2とに分離してそれぞれのインタリーブを解く。そして第1の軟判定ビット復号器19および第2の軟判定ビット復号器20は、それぞれクラス1とクラス2のブランチメトリックを全ての送信系列に関して加算してバスメトリックを求め、バスメトリックが最大となる系列を復号値として出力し、スイッチ21でクラス1とクラス2の信号を多重化した後、受信データ出力端22から出力する。

【0019】以上のように、上記実施例によれば、ブランチメトリックをビット単位で計算することができるので、送信機で伝送路の性質を考慮したビットインタリーブを行ない、かつその効果を保ちながらビット単位で軟判定最尤復号でき、高伝送品質を得ることができる。なお、上記実施例は、振幅変調を行なう伝送装置の例であるが、振幅位相変調を行なう伝送装置に対しても、本発明を同様に適用することができる。

#### 【0020】

【発明の効果】本発明は、上記実施例から明らかなように、多値変調伝送路の回線誤りを受けやすいビットと受けにくいビットを考慮したビットインタリーブを行なうことにより、伝送品質の向上を図ることができる。また、受信信号空間における受信シンボル振幅値の確立分布関数を複数の信号点に関するエラー関数値の最大値で近似することにより、ビット単位でブランチメトリックを計算し、ビットデインタリーブを行ないながら軟判定最尤復号できるため、より一層の伝送品質の向上を図ることができる。さらに、個々の演算量を従来に比べて削減できるため、装置の低消費電力化および低価格化を図ることができる。

## 【図面の簡単な説明】

【図1】 (a) 本発明の一実施例におけるデジタル伝送装置の送信機のブロック図

(b) 本発明の一実施例におけるデジタル伝送装置の受信機のブロック図

【図2】 本発明の一実施例における4値振幅変調送信信号の信号点配置図

【図3】 (a) 本発明の一実施例における受信信号点配置と第1ビットに関する受信振幅の確立分布図

(b) 同じく前記実施例における受信信号点配置と第2ビットに関する受信振幅の確立分布図

【図4】 (a) 従来例におけるデジタル伝送装置の送信機のブロック図

(b) 従来例におけるデジタル伝送装置の受信機のブロック図

【図5】 従来例における4値振幅変調送信信号の信号点配置図

【図6】 従来例における受信信号点配置と受信振幅の確立分布図

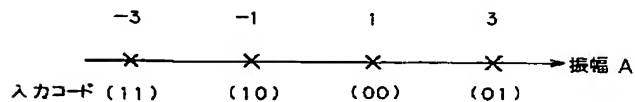
## 【符号の説明】

- 1 送信データ入力端  
2 送信データをクラス1とクラス2とに振り分けた

めのスイッチ

- 3 第1の畳込み符号器 (FEC (1))  
4 第2の畳込み符号器 (FEC (2))  
5 ビットインタリバー  
6 シリアル/パラレル変換器  
7 4値パルス発生器  
8 ルートナイキスト送信フィルタ  
9 アナログ乗算器  
10 発振器  
11 送信アンテナ  
12 受信アンテナ  
13 アナログ乗算器  
14 発振器  
15 ルートナイキスト受信フィルタ  
16 識別点信号を選択するサンプラ  
17 ブランチメトリック計算部  
18 ブランチメトリックビットデインタリバー  
19 第1の軟判定ビタビ復号器 (DEFEC (1))  
20 第2の軟判定ビタビ復号器 (DEFEC (2))  
21 クラス1とクラス2の信号を多重化するためのスイッチ  
22 受信データ出力端

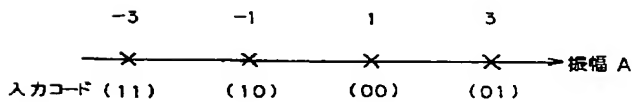
【図2】



入力コード(XY)は以下の内容を表す。

- 第1ビット X = 0 : 正の振幅  
X = 1 : 負の振幅  
第2ビット Y = 0 : 振幅 1  
Y = 1 : 振幅 3

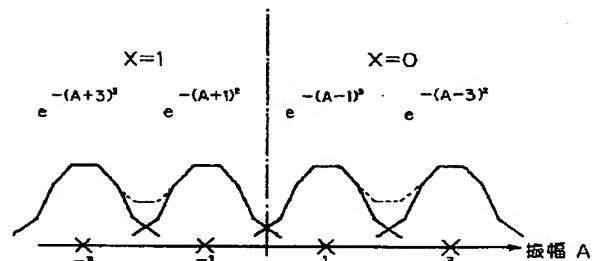
【図5】



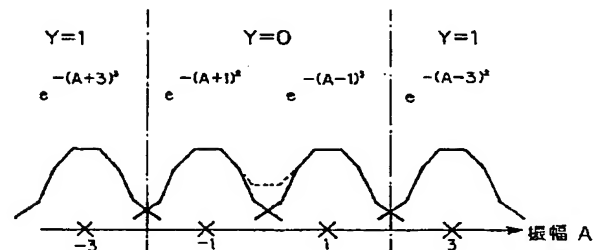
入力コード(XY)は以下の内容を表す。

- 第1ビット X = 0 : 正の振幅  
X = 1 : 負の振幅  
第2ビット Y = 0 : 振幅 1  
Y = 1 : 振幅 3

【図3】



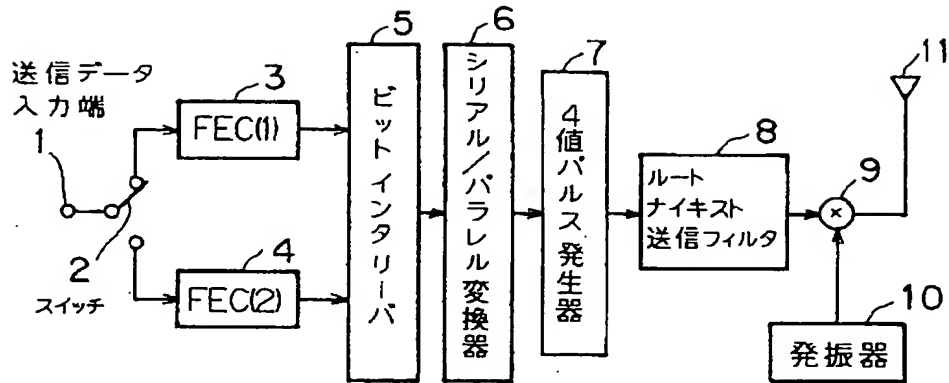
(a) 第1ビットXに関する振幅Aの確率分布



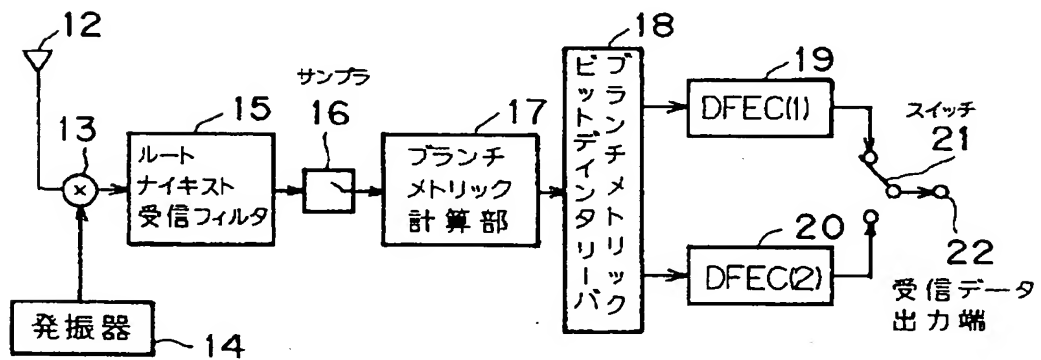
(b) 第2ビットYに関する振幅Aの確率分布

【図1】

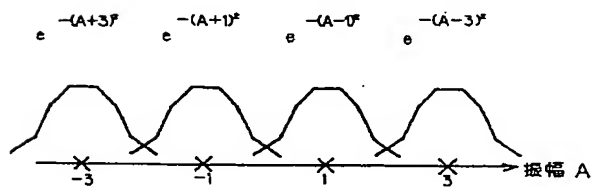
(a)



(b)



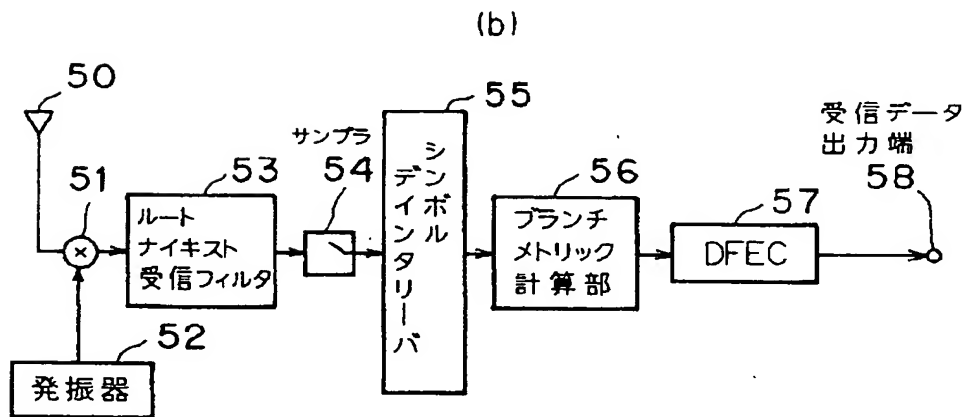
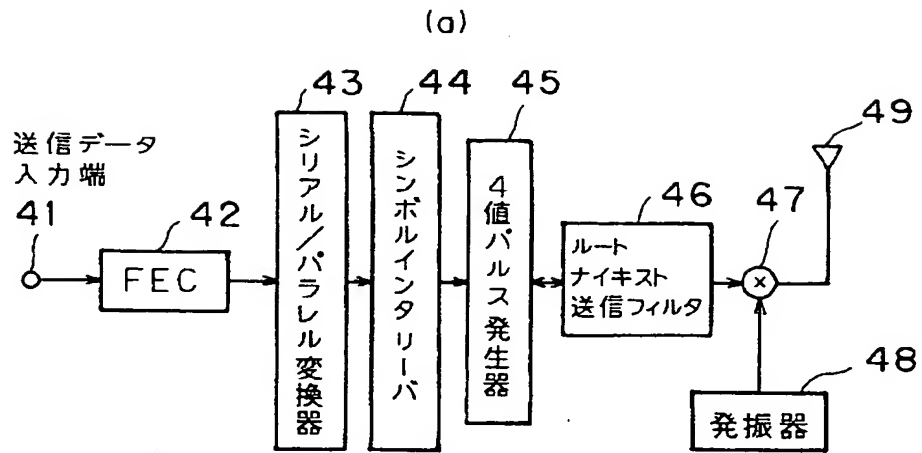
【図6】



振幅Aが得られた時、各シンボルが送信された尤度は各信号点からの距離の2乗 $\times(-1)$ である。



【図4】



フロントページの続き

(51) Int. Cl.<sup>5</sup>

H 0 4 L 27/00

識別記号

庁内整理番号

F I

技術表示箇所

9297-5K

H 0 4 L 27/00

B

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

**BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☒ FADED TEXT OR DRAWING
- ☒ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☒ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☒ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**